

1

LOS PROCESADORES ARM

1.1 Introducción

En Noviembre de 1990 una compañía llamada Advanced Risc Machines (ARM Ltd) fue creada a partir de inversiones provenientes de: APPLE COMPUTER, el tercer fabricante de ordenadores personales del mundo; ACORN, líder en Reino Unido en Tecnologías de la Información para educación y VLSI TECHNOLOGY, líder mundial en fabricación de ASIC.

El objetivo de esa recién creada compañía era irrumpir en el mercado de los microprocesadores para convertirse en el proveedor de una arquitectura estándar para procesadores de 32 bits. Ocho años más tarde son ya veintinueve los fabricantes de dispositivos electrónicos que tienen licencia para producir dispositivos que incorporan algún diseño de la compañía ARM.

ARM dispone de siete sedes en todo el mundo: dos en el Reino Unido, una en Alemania, dos en EEUU, una en Japón y otra en Corea. Más de cien productos en el mercado de las tecnologías de la información incorporan actualmente un procesador ARM.

1.2 Características generales de los procesadores ARM

Si bien los productos ARM han ido evolucionando desde el lanzamiento de la compañía hace 8 años, todos ellos tienen una serie de características en común que son las responsables del éxito de sus productos. Dichas características pueden resumirse en: bajo consumo y bajo coste.

En primer lugar, los procesadores ARM son procesadores RISC, esto es, son procesadores en los que el juego de instrucciones disponible para el programador ha sido reducido, como resultado de la búsqueda de la simplificación en la decodificación de las instrucciones.

Esta simplificación en el proceso de decodificación que se lleva a cabo en los procesadores ARM es el responsable de la primera característica que diferencia a las máquinas ARM de sus competidores en el mercado: su bajo consumo.

Los procesadores ARM que se fabrican en la actualidad tienen las mejores prestaciones en cuanto a MIPS por vatio de potencia consumido del mercado. Esto los hace realmente óptimos para su integración en sistemas portátiles, y en general, en cualquier equipo cuya restricción principal sea la dependencia de una fuente energética limitada. Además, los procesadores ARM permiten un modo de bajo consumo que disminuye aún más el consumo medio del dispositivo. Por eso, ARM ya está presente en sectores de mercado como la telefonía móvil (terminales GSM, DECT, etc. de Nokia, Ericsson, Nec, Nortel, etc.), ordenadores personales, agendas y organizadores electrónicos, terminales punto de venta portátiles, equipos de telecomunicaciones por satélite, etc.

Como ejemplo del bajo consumo de los procesadores ARM basta decir que sus procesadores más avanzados, los correspondientes a la familia StrongARM que esta actualmente fabricando Intel, tienen consumo por debajo de 1 W a una frecuencia de reloj de 200 Mhz. Y si el procesador se encuentra en bajo consumo se puede llegar a consumir menos de 100 mW. Este producto irá sustituyendo progresivamente a los actuales procesadores de Intel para aplicaciones portátiles.

Otro ejemplo muy significativo es el procesador ARM7TDMI, muy común en equipos de telefonía móvil GSM. Tiene un consumo de 2 mW/MHz (a 3.3v). Esto hace que para una clásica aplicación GSM, que podría funcionar a unos 24 MHz, tendría un consumo de 48 mWatt, con una capacidad de procesamiento alrededor de los 20 MIPS. Además, al incluir un modo de bajo consumo, permite poder alargar la autonomía de las baterías de teléfono móvil, actual limitación de los equipos móviles.

Por otro lado, los procesadores ARM ofrecen una atractiva reducción de costes en los productos que los incluyen. Dicha reducción de costes en productos basados en procesadores ARM se debe al efecto sinérgico de los siguientes factores: alta capacidad de procesamiento, reducción del área de silicio requerido para la fabricación del procesador, excelente minimización del área de silicio empleada en el código de aplicación, y por último, y más significativa, la considerable reducción del tiempo de desarrollo de estos productos.

Efectivamente los procesadores ARM ofrecen una reducción en el coste de productos que requieren potencia de procesamiento (según datos de ARM, por debajo de .5 \$ / MIPS).

La capacidad de procesamiento a bajo coste que proporcionan los procesadores ARM hace que hayan surgido todo un abanico de posibilidades para integrar los ARM en sistemas de nueva generación (aplicaciones multimedia y de ocio), e incluso para sustituir antiguos sistemas basados en procesadores de 8 y 16 bits por una arquitectura basada en procesadores ARM de 32 bits, que proporcionan altas prestaciones.

Entre los nuevos sistemas que requieren altas prestaciones de procesamiento se encuentran todo tipo de productos orientados al mercado multimedia y de servicios de telecomunicación. Productos como vídeo juegos (Sony-Play Station ya incorpora procesadores ARM en equipos portátiles), simuladores de vuelo, planificadores de ruta para coche, etc. Asimismo, el emergente mercado de productos de acceso a redes y servicios de telecomunicación también ha permitido que los productos basados en ARM, y debido a sus altas prestaciones de velocidad, estén presentes de una u otra manera en productos para redes como GSM, RDSI, ATM, comunicaciones por satélite, etc.

Como ejemplo de esta capacidad de procesamiento que proporcionan los procesadores ARM, basta decir que permiten ejecutar un software de red, como GSM de un terminal móvil, que es computacionalmente intensivo, y a la vez gestionar todos subsistemas periféricos (teclado, pantalla, modem, codec...) sin necesidad de incluir otros sistemas procesadores.

Los procesadores ARM también permiten minimizar el área de silicio consumida por la memoria que contiene el código de aplicación que va a ejecutar el microprocesador. Esta característica se debe a la eficiencia de su juego de instrucciones (recordemos que cada instrucción ha de decodificarse en 32 bits), que pese a ser un Risc, es comparable en cuanto a eficiencia a los procesadores Cisc. Esta característica importante de los procesadores ARM, y sin precedentes en el mercado de procesadores Risc, se debe a que su juego de instrucciones incorpora mejoras significativas que le prestan mayor funcionalidad. Estas novedades son básicamente tres: desplazamientos lógicos sin consumo de tiempo de proceso, ejecución condicional de gran parte de las instrucciones y facilidad de transferencia de múltiples registros.

En este punto hay que llamar la atención sobre la aportación de uno de los procesadores, el ARM7TDMI, en cuanto a la reducción de código. Este procesador es un Risc a 32 bits que permite codificar instrucciones en 16 bits, con el ahorro de memoria que supone, y sin renunciar a las prestaciones del procesador a 32. El objetivo de minimizar tamaño de código sin perder prestaciones es posible ya que este procesador realiza una descompresión de cada instrucción en tiempo real. Esto hace que el ARM7TDMI sea ampliamente utilizado en la fabricación de telefonía móvil, donde el coste de la ROM interna que codifica el protocolo supone un 40% del coste del sistema. Esta característica ha sido incorporada en los siguientes productos de ARM.

En definitiva, los procesadores ARM proporcionan una reducción considerable del tamaño de código, lo que los hace indicados para los sistemas denominados “*System on a Chip*”, esto es, dispositivos que incorporan todo un sistema en un mismo chip (procesador, memoria y periféricos desde el punto de vista hardware, y un software de gestión del dispositivo). La reducción de coste de estos sistemas es considerable con el empleo de procesadores ARM.

Pero lo que realmente hace a los procesadores ARM líderes del mercado de sistemas empujados es la reducción del tiempo empleado en el desarrollo, tanto software como hardware, fruto de una mejora substancial en los métodos de depuración tanto del software como del hardware.

Efectivamente nos encontramos en la actualidad ante un crecimiento en el mercado de la electrónica de lo que podríamos denominar soluciones software, es decir, sistemas hardware abiertos, muy flexibles, que dependiendo del software que incorporen permiten responder a las diferentes necesidades y continua evolución del mercado.

En este sentido, ARM provee de un entorno de desarrollo y simulación de software que facilita la labor de diseño software. Este entorno de desarrollo permite trabajar en lenguajes de alto nivel, y su depuración sobre un kit de desarrollo.

Pero el aspecto más novedoso que incorpora ARM en lo referido a depuración es el denominado *Embedded In Circuit Emulator* (ICE) que incorporan los procesadores de la familia 7 en adelante. Se trata de un entorno de depuración hardware, basado en JTAG, para microprocesadores ARM que permiten una interfaz entre micro embebido en el chip y el toolkit de depuración de ARM, permitiendo co-simulaciones software y hardware sobre el sistema en desarrollo. A diferencia de los tradicionales sistemas de depuración, ARM-ICE no requiere software residente, pines extra, ni un canal de comunicación, y además se puede acceder directamente a todo el sistema en desarrollo.

En definitiva, la arquitectura ARM ha reducido considerablemente el tiempo de desarrollo de productos que incluyen microprocesadores, haciendo de estos productos más competitivos.

1.3 Soluciones actuales ARM

Este apartado pretende describir con detalle las características particulares de los productos que ARM tiene actualmente en el mercado.

Actualmente ARM dispone de tres familias de microprocesadores en explotación: ARM 7, ARM 9 y StrongARM; y una en desarrollo: la ARM 10.

Cada familia ARM está compuesta por distintos productos que ofrecen distintas prestaciones. Si bien el procesador es común para cada familia, cada producto se diferencia de los demás por la inclusión de cierto hardware extra que contribuye a variar sensiblemente las prestaciones orientadas a una aplicación final.

Como clasificación básica, podríamos agrupar por un lado a ARM 7 y 9, de arquitecturas parecidas y orientados a sistemas empotrados, y por otro lado el StrongARM, cuya complejidad arquitectural es significativamente superior y está orientado a productos finales.

Efectivamente las familias ARM 7 y 9 ofrecen características desde el punto de vista de la funcionalidad bien parecidas, si bien las prestaciones en cuanto a velocidad son superiores en la familia ARM 9. Esta diferencia hace que cada familia esté orientada a segmentos de mercado bien diferenciados. Es más, podría deducirse que la familia ARM 9T es una evolución directa de la ARM 7T para cubrir aquellos segmentos de mercado que requieren mejores prestaciones de velocidad, manteniendo compatibilidad absoluta respecto a la familia anterior.

En cambio, la familia StrongARM está compuesta de productos cuya arquitectura digital sí ha supuesto un cambio respecto a productos anteriores de ARM. Se trata de sistemas más avanzados y orientados a otro segmento de mercado que no era alcanzable por las otras familias de ARM.

1.3.1 La familia ARM 7 Thumb

La familia ARM7 Thumb está compuesta por productos basados en el procesador ARM7TDMI , que es el procesador que incluirá Policom.

El procesador ARM7TDMI se caracteriza por tener una arquitectura Von-Neuman, pipeline en tres etapas y modo Thumb de compresión de código y EmbeddedICE para debug hardware.

Los productos de la familia son los siguientes:

- ARM710T: con procesador ARM7TDMI, 8Kbytes de caché, buffer de escritura y Unidad de gestión de memoria(MMU).
- ARM720T: con procesador ARM7TDMI, buffer de escritura, 8 Kbytes de caché y gestor de memoria compatible con Windows CE.
- ARM740T: con procesador ARM7TDMI, 8 Kbytes de caché, buffer de escritura y unidad de protección de memoria.

La familia ARM 7 Thumb ha sido optimizada para aplicaciones de altas prestaciones y de bajo coste. Los productos que han sido desarrollados empleando esta familia pertenecen mayoritariamente a los segmentos de mercado de multimedia y portátiles.

La principal razón por la que las aplicaciones basadas en esta familia son de bajo coste se debe a que se ha conseguido reducir el tiempo de desarrollo de los productos ('time to market'). Esto se debe a que esta familia de procesadores permite, no sólo un potente entorno de depuración, sino también el desarrollo de aplicaciones empotradas sobre sistemas operativos comerciales (Windows CE, pSOS, Psion EPOC32, etc.). Esto ha supuesto un hito en el desarrollo de sistemas empotrados, de tal manera que ARM ha potenciado esta faceta de sus diseños, incluyéndolo en los productos posteriores y retirando del mercado los productos que no eran capaces de competir con esta familia.

1.3.2 La familia ARM 9 Thumb

La familia de procesadores ARM 9 mantiene las características antes comentadas que han hecho del ARM 7 un estándar en la industria, potenciando las prestaciones de velocidad.

El elemento principal y común en toda la familia es el procesador ARM 9 TDMI, cuya característica principal frente a su antecesor es su mejor comportamiento en velocidad. Así, y según los datos de ARM, este procesador alcanza 133 MIPS a 120 MHz para una tecnología de .35um CMOS, y llega hasta las 220 MIPS a 200 MHz en tecnologías de .25um a .18um.

Estas prestaciones de velocidad permiten todo un nuevo rango de aplicaciones que requieren alta velocidad de procesamiento, manteniendo la reducción de coste que ya permitía la arquitectura ARM 7 TDMI.

El ARM 9 TDMI es 100 % compatible a nivel de código con el ARM 7 TDMI (incluido el software codificado en Thumb). Igualmente emplea el entorno de depuración basado en el JTAG empotrado. La única diferencia a nivel arquitectural entre ambos procesadores es la inclusión de ciertas prestaciones orientadas a los tests de producción.

La familia ARM 9 está compuesta por los siguientes productos:

- ARM910T: con procesador ARM9TDMI, 16Kbytes de caché para instrucción, 16Kbytes de caché de datos, buffer de escritura y unidad de gestión de memoria (MMU).
- ARM920T: procesador ARM7TDMI, 16Kbytes de caché para instrucción, 16Kbytes de caché de datos, buffer de escritura y unidad de gestión de memoria (MMU) para WINDOWS CE y otros sistemas operativos que gestionen memoria virtual.
- ARM940T: procesador ARM9TDMI con 4 Kbytes de caché de instrucción, 4Kbytes de caché de datos, buffer de escritura y unidad de protección de memoria.

Como puede apreciarse, las tres soluciones aportadas por la familia ARM 9 van desde el ARM910T, que es un sistema suficientemente abierto, hasta el ARM 940 o el 920 que son productos más cerrados. En común, todos los

productos tienen las siguientes características: cachés internos que aumentan las prestaciones de velocidad del sistema, interfaz multimaster AMBA, así como test de producción basado en la metodología AMBA.

1.3.3 **La familia StrongARM**

La familia StrongARM es actualmente fabricada por Intel. Como se dijo en la introducción a las soluciones actuales de ARM, los productos strongARM son chips, esto es, no es posible adquirir las macroceldas strongARM, como ocurría en el resto de productos ARM actualmente se venden.

La familia StrongARM de Intel está compuesta de los siguientes productos: SA-110, SA-1100, SA-1101SA-1110, SA-1111,IS-21285.

Como característica general puede decirse que el procesador parece que es en mismo en todos los miembros de la familia, cambiando las prestaciones de los periféricos que lo acompañan. Esto se deduce de la evolución que puede verse en los productos, basada casi exclusivamente en la mejora de las interfaces. Los productos se comentan a continuación. Algunos se encuentran en desarrollo actualmente.

1.3.3.1 EL SA-110

Se trata del primer procesador ARM fabricado por Intel. Sus prestaciones generales son:

- Con velocidades entre 100 MHz y 233 MHz.
- 16 Kbytes de caché de instrucción y 16Kbytes de caché de datos
- Gestor de Memoria
- Pipeline de 5 estados
- Compatible con el set de instrucciones 4 (no permite ejecución THUMB)

Es el procesador más simple de los SA y el más parecido a las macroceldas ARMXTDMI.

El consumo de este procesador se encuentra entre los 300 mW de su versión a 100MHz a los 1000mW de su versión de 233MHz. Permite modo de bajo consumo (IDLE) y de consumo mínimo (SLEEP).

Por sus características es recomendado para aplicaciones portátiles y empotradas: switchers, tarjetas adaptadoras de red. routers, aplicaciones de Internet, cámaras digitales, aplicaciones de control de procesos, etc.

1.3.3.2

El SA-1100

Esta versión incorpora a las prestaciones antes expuestas en el SA-110, si bien se han mejorado las prestaciones de sus interfaces externas. En este sentido incorpora:

- un controlador de LCD
- canal de comunicaciones serie
- interfaz PCMCIA
- su controlador de memoria permite gestionar ROM, Flash, SRAM y DRAM.
- puerto de entrada / salida de uso general.

Se presenta en dos versiones: una a 133 MHz con un consumo por debajo de los 230mW, y otra a 220MHz con un consumo de 330 mW.

Se puede ver que este producto está más definido que el SA-110, y sobretodo está orientado a portátiles.

Un ejemplo de aplicación es un producto denominado ‘empeg car’, un equipo de audio de automóvil que permite reproducir sonido comprimido según norma MP3 (MPEG 1 layer 3). El software de gestión del dispositivo emplea como sistema operativo empotrado el Lynux para ARM.

1.3.3.3

El SA-1101

El SA-1101 es un producto más avanzado al anteriormente descrito, que incorpora prestaciones orientadas a ordenadores de mano (Handheld computing).

Sus características más novedosas son:

- Subsistema de vídeo basado en controlador CRT que permite temporización VESA (1024x768)
- Controlador USB
- Dos puertos PS/2 (ratón)
- Puerto paralelo de uno general y puerto IEEE 1284 (empleado para impresoras, etc.)

- Interfaz PCMCIA

1.3.3.4 El SA-1110

Actualmente se encuentra en fase de desarrollo. Se conoce que se van a mejorar las prestaciones del gestor de memoria para permitir la utilización de memorias más rápidas.

1.3.3.5 El SA-1111

Es el producto más avanzado de esta familia. Se trata de un producto orientado al mercado de ordenadores portátiles, tanto de mano como los tradicionales portátiles.

- Se han potenciado de nuevo las interfaces externas:
- PCMCIA y CF (Compact Flash)
- USB de 1.5 Mbps a 12 Mbps
- Puerto PS/2
- Canales serie: protocolo SNM, SSP y SPI de Motorola
- Incorpora un DAC de 8 bits

1.3.3.6 EL IS 21285

No es un procesador de la familia. Se trata de un periférico que, conectado al SA-110, permite una mejora considerable de la interfaz.

Este dispositivo permite proveer al SA-110 de las siguientes interfaces:

- SDRAM y Flash
- Interfaz PCI
- Convertidor DAC
- Controlador DAM
- Interfaz JTAG
- UART
- timers
- etc

Como puede verse, los productos posteriores al SA-110 han ido incorporando la funcionalidad que en principio proporcionaba este dispositivo.

1.3.4 La familia ARM 10 Thumb

Esta familia de procesadores, actualmente en desarrollo, está basada en el microprocesador ARM 10TDMI, cuyas prestaciones ya son conocidas. En cambio no hay información disponible de la gama de productos que formará la familia.

El ARM 10 TDMI es la evolución de las familias 7 y 9, mejorando las prestaciones de velocidad de procesamiento (a 300 MHz más de 400 MIPS).

Su arquitectura digital no difiere substancialmente de la de sus predecesores, aunque incorpora un elemento, la unidad de cálculo en coma flotante (VFP10v1), que posibilita la realización de este tipo de operaciones sin recurrir a hardware externo al procesador.

En cuanto a su arquitectura software, al ARM 10 es compatible con todo el software desarrollado para los procesadores de las familias 7 y 9, incluido el software codificado en modo comprimido (Thumb). Este procesador permite realizar operaciones en coma flotante gracias a la ampliación del juego de instrucciones respecto del empleado en las otras familias.

Con la introducción del microprocesador ARM 10 T pretende alcanzar los sectores de mercado de sistemas empotrados y multimedia cuyos productos requieren altas prestaciones de velocidad, especialmente orientada al tratamiento de gráficos 2D y 3D (vídeo juegos, impresoras, terminales punto de venta gráficos, etc.).

Con la aparición del nuevo ARM 10 T, los clientes de ARM disponen de tres familias de productos que cubren una amplia gama de necesidades, garantizando compatibilidad software y portabilidad hardware sin demasiadas complicaciones.

1.4 ARM en el mercado.

Este apartado tiene como misión dar una idea de cómo los productos de ARM han ido conquistando diversos segmentos del mercado de la electrónica. Esta información no pretende hacer un análisis detallado del mercado en el que están presentes los productos ARM, entre otras razones porque quedaría obsoleta incluso antes de finalizar el estudio, sino más bien pretende hacer ver cómo ARM se ha introducido en aquellos segmentos de mercado que en la actualidad se encuentran en expansión.

Desde que en el año 1992 saliera el primer ARM (ARM6) hasta que en el año 1998 en el que Intel se hizo con la licencia para fabricar el StrongARM, la posición en el mercado de los productos ARM ha evolucionado de manera bien diferente. Puede decirse que desde el punto de vista técnico ha habido una evolución lineal, expresada en cada uno de los productos que ARM ha ido diseñando. En cambio, la evolución de la presencia de ARM en el mercado de la electrónica no ha sido lineal, sino que ha habido un punto, antes del cual esta presencia no era significativa, y a partir del cual ARM tiende a convertirse en líder del mercado. Ese punto de inflexión fue la aparición del ARM7TDMI, y la clave para convertirse en el producto estrella de ARM fue sus prestaciones de bajo consumo y reducción del tiempo de desarrollo (*time to market*), sin abandonar su capacidad de computación. Seguramente el lanzamiento de StrongARM por parte de Intel suponga en el futuro un nuevo cambio en la posición de ARM en el mercado.

Actualmente ARM ha conquistado el mercado de los portátiles gracias a sus prestaciones de bajo consumo. Igualmente la reducción del denominado '*time to market*' ha provocado la presencia de ARM en sectores cuyo mercado exige una rápida renovación de los productos que están en él, como es el caso del mercado multimedia y de los sistemas empotrados.

Así pues ARM está presente en el mercado de portátiles, multimedia y de aplicaciones empotradas.

El segmento de mercado en el que ARM está más presente es el de portátiles, especialmente en productos cuya alimentación esté basada en

baterías. En efecto, el consumo de los componentes electrónicos que forman el producto determina la autonomía de dicho producto, limitando en mayor o menor medida su portabilidad. En este mercado podemos distinguir dos tipos de productos: aquellos orientados a ofrecer comunicaciones por radio y los computadores portátiles.

Dentro del grupo de productos orientados a comunicaciones por radio, los productos más importantes son los relacionados con la telefonía móvil digital en cualquiera de sus formas (GSM, DECT, DCS, PMR, etc). En este sentido, ARM está presente en un buen número de terminales móviles, no sólo para voz, sino para fax, datos e incluso vídeo, fabricados por Nokia, Ericsson, Nortel, Nec, Samsung, AEG, Ascom, Siemens, Philips, etc. Además de los terminales móviles, ARM también está presente en elementos de redes móviles tales como estaciones base, interfaces (ISDN-GSM), etc.

ARM también está presente en productos tales como GPS y en comunicaciones por satélite (tranceptores).

Por otro lado, el segmento de mercado relativo a ordenadores portátiles ha ido creciendo vertiginosamente desde la aparición de sistemas operativos que puede ir sobre procesadores ARM (Windows CE y linux especialmente). En este sentido, los productos que suponen una mayor presencia en el mercado son los ordenadores de mano, en cualquiera de sus modalidades: PDA (Personal Digital Assistant), HP/C (Hand Held Computer), Wallet PC (más pequeño que el HP/C). Generalmente incorporan capacidad de conectividad a redes de datos públicas (GSM) o privadas (PMR) vía radio, lo que en definitiva supone un incremento considerable de las prestaciones de estos productos. Compañías como HP, Apple y Acom ofrecen productos a sus clientes como se han visto anteriormente.

En definitiva, ARM ha conquistado el mercado de los terminales móviles digitales, y se introduce con lentitud en el mercado de los ordenadores de mano. Esta situación en el mercado de ordenadores de mano cambiará corto plazo con la aparición de productos basados en el StrongARM, actualmente lanzado al mercado por Intel.

En cuanto al mercado de sistemas empujados, las aplicaciones de ARM son muy variadas. ARM está presente en el sector de la automoción, proveyendo soluciones de control integral para automóviles. Existen en el mercado todo tipo de productos orientados al mundo del PC: controladores de HDD, CD, tarjeta de encriptado de datos en tiempo real, etc.

EN el sector de las comunicaciones, ARM está presente en productos orientados a la conversión de protocolos, transceptores portátiles de espectro expandido, y hasta sistemas radar portátiles (con pantalla LCD).

En lo referente a sistemas de automatización, ARM está presente en sectores como el de tarjetas inteligentes (smart cards) y en los terminales punto de venta y cajeros automáticos.

Por último, los productos ARM se han ido introduciendo en los productos del mercado multimedia. Cámaras digitales y webcams, PC ric de Acorn, sistemas de vídeo bajo demanda (de Nexus), reproductores de MP3, etc. son algunos de los ejemplos de las aplicaciones de los procesadores ARM. Pero el sector que más sorprendentemente ha incluido procesadores ARM en sus productos ha sido en el sector de los videojuegos, especialmente en las gamas de productos portátiles. Así, los principales fabricantes de consolas de juegos (Sega, Sony PlayStation y Samsung) han sacado al mercado productos basados en tecnología ARM.

